

ружающей среды. Экологические проблемы транспорта, связанные с потреблением природных ресурсов, загрязнением атмосферного воздуха можно будет решать, если экологический и нравственный императивы будут иметь приоритет в обществе

Список литературы: 1. *Россихин В.В.* Биотехнология : введение в науку будущего / *В.В. Россихин*. – Харьков: Колорит, 2005. – 286 с. 2. *Канило П.М.* Автомобиль и окружающая среда / *П.М. Канило*. – Харьков: Прапор, 2000. – 304 с. 3. *Осис Я.Я.* Диагностирование на граф-моделях / *Я.Я. Осис*. – М. : Транспорт, 1991. – 244 с. 4. Регионы Украины – 2008: [статистический сборник]. – К.: Государственный комитет статистики Украины, 2008. – 804 с. 5. Атмосфера. Классификация выбросов по составу. ГОСТ 17.2.1.01-76. [Действует с 1977-01-01]. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам. – 5 с.

Поступила в редколлегию 25.11.09

УДК 620.193, 504.37.054

Ю.В. КРАВЦОВА, ОАО «УкрНИИхиммаш»

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ВЫБРОСАМИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ АВТОМОБИЛЕЙ НА КОРРОЗИОННЫЙ ИЗНОС МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

В статті розглянуто взаємний вплив коррозійного та механічного зносу. Коррозійні активні агенти, що містяться у атмосфері посилюють корозійному пошкодженню металевих поверхонь, яке є проявом процесу старіння та деградації металу внаслідок хімічного впливу навколишнього середовища. Коррозійний знос, в свою чергу, сприяє механічному та металевому зносу, що призводить до втрати міцності конструкції та зменшенню строку експлуатації. Контроль зносу обладнання має велике практичне значення.

In clause mutual influence of corrosion and mechanical deterioration is considered. The corrosion active agents, who are being as atmosphere, strengthen corrosion damage of metal designs which is display of process of ageing and degradation of metal owing to chemical influence. Corrosion deterioration, in turn, promotes mechanical and metal deterioration that leads to loss of durability of a design and reduction of term of operation. The control of deterioration of the equipment has the begin practical value.

Введение. Коррозионному воздействию ежегодно подвергается большое количество оборудования. Коррозия приводит к неплановой потере рабочего времени, к авариям, снижает срок службы оборудования. Скорость коррозии изменяется вследствие зависимости коррозионной агрессивности атмосферы от химического загрязнения выбросами вредных веществ в воздух.

Постановка задачи. Содержащиеся в атмосфере коррозионно активные агенты (хлориды, сероводород, аммиак, кислоты, щелочи, фенолы), твердые частицы и др. способствуют изменению свойств поверхностного слоя металлических конструкций. Для углеродистых конструкционных сталей на открытом воздухе степень коррозионной агрессивности атмосферы составляет для Харькова около $500 \text{ г/м}^2 \text{ год}$ [1]. Хорошо растворимые малогигроскопические и гигроскопические соли, аэрозоли и пыль выпадают до $25 \text{ мг/м}^2 \text{ су-}$ тки. Атмосферная коррозия способствует необратимым повреждениям и замедленному разрушению конструкций; в результате износа от одновременного действия совокупности химических, металлургических, механических факторов изменяется толщина стенок конструкций, снижается их прочность из-за возросших концентраций напряжений в местах деформации. Под влиянием одновременно действующих напряжений и коррозии ускоряется старение металла, образуются трещины: коррозионный износ ускоряет механический износ конструкций, уменьшая их долговечность и ресурс эксплуатации. Современные ультразвуковые дефектоскопы- толщиномеры позволяют контролировать появление нарушения сплошности и однородность материалов, сварных соединений, измерять глубину и координаты залегания дефектов, толщину стенки и изменение отклонения от заданного размера изделий, доступ к которым имеется только с одной стороны. С помощью толщиномера измеряется толщина стенок трубопроводов сосудов давления, котлов и других ответственных и особо опасных объектов, в том числе для определения степени коррозионного и эрозионного износа по остаточной толщине. Вероятность необнаруженных дефектов даже в новых конструкциях не исключена, поэтому конструкция должна допускать безопасную эксплуатацию при наличии трещин, иначе она будет неустойчивой и может разрушиться, т.к. последствия дефектов необратимы и не линейны. Если рассмотреть, для примера, цилиндрический сосуд с радиусом R и давлением P газообразной среды то, пользуясь уравнением Лапласа для расчета прочности оболочек [2], кольцевое напряжение σ_0 составит:

$$\sigma_0 = P^* (R / h_0), \quad (1)$$

где, h_0 – начальная толщина стенки цилиндрического аппарата.

Если аппарат подвержен коррозии, толщина его стенки будет уменьшаться со временем t :

$$h(t) = h_0 - \Delta h(t), \quad (2)$$

Если коррозия протекает со скоростью V , то:

$$\Delta h(t) = V \cdot t, \quad (3)$$

С другой стороны, $\Delta h(t) = h_0 - h(t)$, представляет собой отклонение от заданного размера толщины стенки, которое можно измерить ультразвуковым толщиномером, следовательно, зная время t , за которое произошло изменение $\Delta h(t)$ толщины стенки цилиндра, можно определить скорость коррозии:

$$V = \Delta h(t) / t, \quad (4)$$

Результаты прогнозируемого увеличения кольцевого напряжения представлены в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1

Влияние коррозионного износа на кольцевое напряжение

| Δh , % | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 95 | 98 |
|-------------------|------|------|------|------|-----|-----|------|-----|----|----|----|
| σ/σ_0 | 1,11 | 1,25 | 1,43 | 1,67 | 2,0 | 2,5 | 3,33 | 5,0 | 10 | 20 | 50 |

На рис. 1 визуально прослеживается, что σ/σ_0 имеет линейную зависимость до $\Delta h = 30$ %, после – нелинейный характер зависимости. Это объясняется сложной физико-химической зависимостью одновременного действия химических и механических и других процессов, приводящих к изменению начальных свойств конструкции. Т.к. $\sigma_0 = \text{const}$, то $\sigma = (\Delta h)$ растет с ускорением, асимптотически приближаясь к ∞ при $\Delta h \rightarrow 100$ % т.е. в момент разрушения конструкции. Пользуясь на практике построенной зависимостью $\sigma/\sigma_0(\Delta h)$ можно решить обратную задачу: определить критическое значение Δh коррозионного износа по допустимому значению σ/σ_0 , после которого дальнейшая эксплуатация конструкции нецелесообразна из-за риска потери прочности.

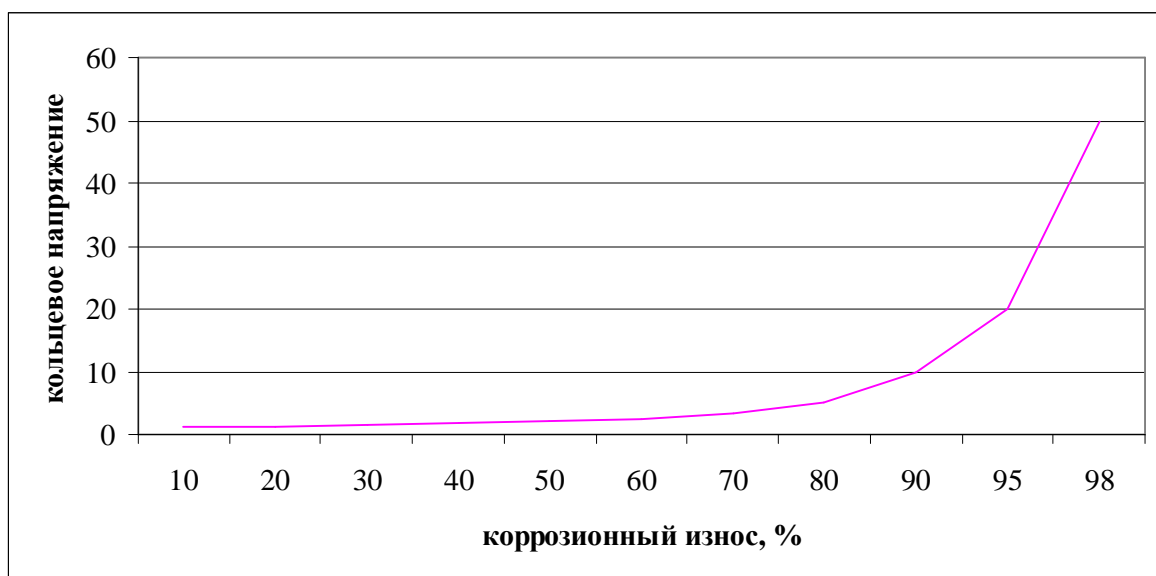


Рис. 1. Влияние коррозионного износа на рост кольцевого напряжения

Коррозионная агрессивность атмосферы характеризует увлажнение поверхности металла и загрязнение воздуха коррозионно активными агентами. Продолжительность общего увлажнения поверхности зависит от климатических условий района. Кислотные дожди увеличивают коррозионный износ металла, на который влияет pH дождя, скорость течения дождя, концентрация коррозионных агентов, концентрация твердых частиц (их размер и масса, сила удара), турбулентность, внезапное изменение направления потока. Выбросы в атмосферу отработавших газов автомобилей содержат оксид серы SO_2 , который взаимодействуя с воздухом, образует ангидрит SO_3 , который, взаимодействуя с парами воды, в свою очередь, образует серную кислоту, активизирующую процесс коррозии. По данным [3] транспорт выбрасывает в атмосферу следующие отработавшие газы: оксид углерода- 81000 т, углеводороды – 13500 т, диоксид серы- 270 т, оксиды азота – 27000 т, сажи – 2700 т в год. Выбросы вредных веществ в атмосферный воздух [4] от стационарных и передвижных источников загрязнений приведены в табл. 2.

Таблица 2

Выброс вредных веществ в атмосферу по Украине

| Год | 2000 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Выбросы вредных веществ, тыс. т. | 5908,6 | 6191,3 | 6325,9 | 6615,6 | 7027,6 | 7380,0 |

Коррозионные потери $M\tau$ за длительное время τ эксплуатации объекта составляет:

$$M\tau = M\tau^n, \quad (5)$$

где, n – коэффициент, учитывающий влияние продуктов коррозии на скорость коррозионных процессов и определяется по результатам испытаний на коррозионных испытательных станциях; M – ожидаемые коррозионные потери в первый год эксплуатации:

$$M = (K^{\circ}_{\text{адс}} + a [c]) \cdot \tau_{\text{адс}} + K^{\circ}_{\text{фаз}} \cdot \tau_{\text{фаз}} \quad (6)$$

где, $K^{\circ}_{\text{адс}}$, $K^{\circ}_{\text{фаз}}$ – скорость коррозии под адсорбционной и фазовой пленками влаги в условиях чистой атмосферы, $\text{г/м}^2\text{г}$; $[c]$ – концентрация коррозионного агента в воздухе, %; $\tau_{\text{адс}}$, $\tau_{\text{фаз}}$ – продолжительность увлажнения поверхности адсорбционной и фазовой пленками влаги, г; a – ускорение коррозии под адсорбционной пленкой влаги при наличии в атмосфере коррозионного агента $\text{г/м}^2\text{г}$, рассчитывается на $1 \text{ мг/м}^2\text{SO}_2$ в промышленном районе:

$$a = K2\text{SO}_2 - K1\text{SO}_2 / [c2] - [c1], \quad (7)$$

где, $K2\text{SO}_2$, $K1\text{SO}_2$ – скорость коррозии, $\text{г/м}^2\text{г}$ при концентрациях сернистого газа $\text{SO}_2 / [c2]$ и $[c1]$, определяется экспериментально [5].

В табл. 3 приведены данные выбросов токсичных компонентов при сгорании 1 кг топлива.

Таблица 3

Выбросы токсичных веществ различных топлив

| Выброс токсичных компонентов при сгорании 1 кг топлива, г | Вид топлива | |
|---|-------------------|-------------------|
| | Бензин | Дизельное топливо |
| Оксид углерода | 465 | 20 |
| Углеводороды | 23 | 8 |
| Оксиды азота | 16 | 35 |
| Ангидрит серной кислоты | 2 | 7 |
| Альдегиды | 1 | 1 |
| Частицы | 1 | 6 |
| Бенз-а-пирен | $1 \cdot 10^{-6}$ | $1 \cdot 10^{-6}$ |

С каждым годом увеличивается объем грузоперевозок, количество автомобилей, вредных выбросов [4], в т. ч. коррозионных агентов.

В таблице 3 приведены данные для двигателей, работающих на бензине и дизельном топливе.

Если с изменением климата увеличивается количество дождей, то увеличивается $\tau_{\text{фаз}}$ и коррозионные потери M , M_t . Потеря массы конструкции означает износ, уменьшение площади сечения $S(t)$ от первоначальной площади сечения S_0 , воспринимающей нагрузку, снижение прочности и уменьшение срока эксплуатации. При этом:

$$S(t) = S_0 - V_s t - (a_s t^2 / 2), \quad (8)$$

где, V_s – скорость изменения площади сечения, $V_s = \partial S / \partial t$, a_s – ускорение изменения площади сечения, $a_s = \partial V_s / \partial t$.

Выводы.

В реальных процессах на долговечность конструкций влияет совокупность многофакторного действия коррозионных, механических, диффузных процессов и др. потепление климата увеличивает коррозионный износ сооружений, т.к. диффузия молекул увеличивается с тепловым движением: движение частиц, приводящее к переносу вещества, выравниванию концентраций или к установлению равновесного распределения концентраций частиц данного вида возрастет. Ускорится старение и деградация всех инженерных конструкций.

Чтобы предупредить ущерб окружающей среде необходимо ликвидировать последствия различных нарушений и разработать долгосрочное экологическое планирование, ориентированное на соблюдении уровня допустимых нагрузок на окружающую среду и бережное использование природных ресурсов и атмосферы.

Список литературы: 1. Коррозионная агрессивность атмосферы: ГОСТ 9.039-74. (СТ СЭВ 991-78, СТ СЭВ 6444-88). [Действие с 1976-01-01]. – М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1988. – 40 с. 2. Металлы и сплавы. Расчетно-экспериментальный метод ускоренного определения коррозионных потерь в атмосферных условиях: ГОСТ 9.040-74. [Действие с 1976-01-01]. – М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1979. – 13 с. 3. Регионы Украины – 2008: [статистический сборник]. – К.: Государственный комитет статистики Украины, 2008. – 804 с. 4. Парсаданов И.В. Повышение качества и конкурентоспособности дизелей на основе комплексного топливно-экологического критерия / И.В. Парсаданов. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2003. – 245 с. 5. Канило П.М. Автомобиль и окружающая среда / П.М. Канило. – Харьков: Прапор, 2000. – 304 с.

Поступила в редколлегию 25.11.09